

## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan sub bab yang menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya, yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan. Tujuan dari kajian pustaka yaitu sebagai pembanding dan referensi terhadap penelitian yang penulis lakukan. Berikut kajian pustaka terhadap penelitian sebelumnya.

Pertama, penelitian yang berjudul *A Kinect-based Natural Interface for Quadrotor Control*. Penelitian tersebut membahas mengenai kontrol *quadcopter* menggunakan NUI berbasis *kinect*. Pada penelitian tersebut menggunakan perangkat lunak tambahan yaitu *Flexible Action and Articulated Skeleton Toolkit* (FAAST). Perangkat lunak tersebut digunakan untuk mendeteksi gerakan tubuh oleh *Kinect*. Pada penelitian tersebut komputer *desktop* menjadi perangkat kontrol bagi sistem. Dari penelitian tersebut didapat *delay* pada saat menggunakan sistem sebesar 0.2 detik (Sanna, et al., 2013).

Kedua, penelitian yang berjudul *Gesture Control of Drone Using a Motion Controller*. Pada penelitian tersebut telah berhasil melakukan kendali *quadcopter* menggunakan *hand gesture*. Penelitian tersebut menggunakan *leap motion* untuk mengenali *hand gesture*. *Input* berupa *hand gesture* dideteksi oleh *leap motion*, kemudian data yang dideteksi diolah pada *ground station* atau PC *desktop* agar dapat memberikan perintah pergerakan *quadcopter*. Pada *ground station* menggunakan (*Robot Operation Sistem*) ROS untuk menghubungkan dengan AR *Drone quadcopter* (Sarkar, et al., 2016).

Ketiga, penelitian yang berjudul *Sistem Kendali Navigasi Ar Drone Quadcopter Menggunakan Prinsip Natural User Interface Berbasis Kinect*. Pada penelitian tersebut, membahas mengenai penerapan NUI berbasis *kinect* untuk mengendalikan *quadcopter*. Pada penelitian tersebut *input* dari pengguna berupa gerakan tubuh dideteksi oleh *kinect*. Kemudian data dari *kinect* akan diolah pada komputer *desktop* menjadi pergerakan pada *quadcopter*. Pada sistem ini komputer *desktop* menjadi perangkat kontrol terhadap sistem. Dari pengujian *delay* sistem, didapat *delay* sebesar 0,05 detik (Hadi, et al., 2017).

Keempat, penelitian yang berjudul *Sistem Kendali Navigasi Quadcopter Menggunakan Suara Melalui Smartphone dan Arduino dengan Metode Text Processing*. Pada penelitian tersebut membahas mengenai penggunaa *speech recognition* untuk mengendalikan navigasi *quadcopter*. Pada penelitian tersebut *input* berupa kata akan dideteksi oleh *smartphone android*, kemudian data suara tersebut dikirim ke *arduino*. Dari *arduino*, data tersebut diseleksi menjadi *command*. Kemudian *command* tersebut dikirim ke komputer *desktop*. Pada komputer *desktop* data tersebut akan diolah menjadi pergerakan *quadcopter*. Dari penelitian tersebut didapatkan rata-rata waktu yang bertambah  $\pm 1$  detik dengan banyaknya *input* kata (Pallas, et al., 2017).

Berdasarkan keempat penelitian yang telah dijelaskan, penelitian pertama, kedua dan ketiga masih membutuhkan komputer *desktop* sebagai *ground station* yang merubah *input* berupa NUI menjadi pergerakan *quadcopter*. Sehingga dalam menggunakan sistem, pengguna terbatas dari sisi mobilitas. NUI juga tidak sebatas *gesture* saja, pada kajian pustaka penelitian yang keempat NUI yang diterapkan berupa *speech recognition*. Penerapan *speech recognition* pada NUI sudah sangat baik, karena dalam melakukan kendali terhadap *quadcopter* cukup menggunakan suara. Namun, penerapan NUI yang menggunakan *input* berupa suara menghasilkan *delay* yang cukup besar. Oleh karena itu, pada penelitian yang penulis lakukan diharapkan mengurangi kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya. Penelitian yang penulis lakukan membahas mengenai perancangan perangkat pengendali *AR Drone Quadcopter* berbasis *hand gesture*. Pada penelitian ini dibuat *wearable device* yang dapat berhubungan langsung dengan *AR Drone quadcopter* tanpa membutuhkan *ground station*. *Input* dari pengguna sistem berupa *hand gesture* kemudian diolah oleh perangkat tersebut dan diolah menjadi pergerakan *AR Drone Quadcopter*.

## 2.2 Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan guna mendukung pelaksanaan penelitian ini diantaranya teori mengenai *Natural User Interface*, *Inertial Measurement Unit*, *Complementary Filter*, dan *Quadcopter*.

### 2.2.1 Natural User Interface

*Natural User Interface* (NUI) merupakan suatu metode baru untuk melakukan interaksi antara manusia dengan suatu sistem komputer. NUI termasuk satu dari empat jenis *user interface* yaitu *Batch Interface* (BI), *Command Line Interface* (CLI), dan *Graphical User Interface* (GUI) (Glonek & Maria, 2012). Definisi dari NUI sendiri merupakan antarmuka pengguna dengan sistem yang dirancang menggunakan kemampuan manusia yang telah ada untuk berinteraksi dengan suatu konten (Blake, 2013). Kemampuan alami yang dimiliki oleh manusia tersebut berupa gerakan, sikap tubuh, suara ataupun menggunakan *biosignal* yang didapatkan dari manusia tersebut.

Kelebihan yang didapat dalam menerapkan NUI dibandingkan dengan antarmuka lainnya adalah pengguna lebih mudah berinteraksi dengan suatu sistem. Hal ini karena pengguna menggunakan kemampuan alaminya untuk memberikan perintah terhadap sistem. NUI dibangun berdasarkan kebiasaan berinteraksi pengguna dalam kehidupan sehari-hari, kemudian mengeksploitasi interaksi tersebut untuk dijadikan metode berinteraksi dengan perangkat digital. Penerapan NUI pada suatu sistem, dapat memudahkan dan mengurangi pembelajaran yang lama bagi pengguna untuk mahir berinteraksi dengan sistem. Sehingga dengan menerapkan NUI terhadap suatu sistem, dapat memberikan kelebihan dari sisi *learnability*. Berikut contoh dari beberapa penerapan NUI:

1. *Gesture recognition*

*Gesture recognition* atau pengenalan gerakan merupakan suatu antarmuka dengan masukan berupa gerakan dari pengguna sistem. Untuk melakukan *gesture recognition* dapat dilakukan dengan cara pelacakan berdasarkan *image processing* dari perangkat *kinect* ataupun *leap motion*. Selain itu dapat dilakukan menggunakan *nintendo wii* yang memanfaatkan *accelerometer* pada perangkat tersebut (Hay, et al., 2008).

2. *Speech recognition*

*Speech recognition* merupakan suatu antarmuka yang fokus terhadap pengenalan kata. Penerapan *speech* sebagai masukan pada suatu sistem lebih memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem itu sendiri (Rosenfeld, et al., 2000).

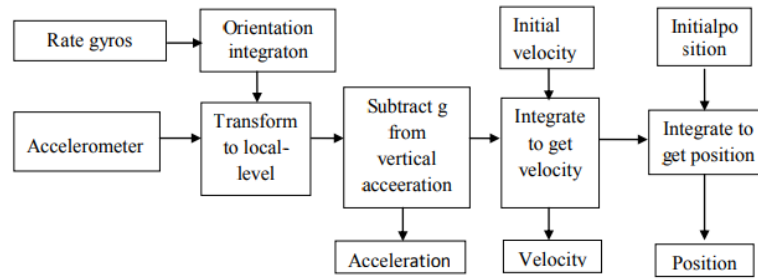
3. *Biosignal recognition*

Pendeteksian terhadap *biosignal* dalam tubuh manusia juga dapat digunakan dalam menerapkan NUI. Seperti sinyal *Electricencephalography* (EEG) dan *Electromyography* (EMG) (Saponas, et al., 2009).

### **2.2.2 Inertial Measurement Unit**

*Inertial Measurement Unit* (IMU) merupakan suatu unit dalam modul elektronik yang mengumpulkan data percepatan *angular* dan akselerasi linear, yang kemudian dikirim ke unit pemroses utama. IMU terdiri dari kombinasi *accelerometer* dan *gyroscope*. *Accelerometer* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. *Accelerometer* bekerja dengan mengukur percepatan dinamis dan statis. Pengukuran percepatan dinamis adalah pengukuran percepatan pada suatu objek ketika bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran percepatan terhadap gravitasi bumi. *Gyroscope* adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil.

Cara mendapatkan nilai sensor yang ada pada IMU, ditunjukkan pada gambar 2.1 dengan menggunakan tiga *accelerometer orthogonal* dan tiga *gyroskop orthogonal*. Data *gyroscope* ( $\omega$ ) diintegrasikan untuk mempertahankan orientasi motor ( $\theta$ ) secara terus-menerus. Kemudian pada waktu yang sama, tiga aksis *accelerometer* digunakan untuk menghitung nilai percepatan. Data ini kemudian ditransformasikan melalui perhitungan dari orientasi motor relatif terhadap gravitasi, sehingga *vector gravity* dapat dihitung dan diekstrak dari pengukuran. Hasil akselerasi kemudian diintegrasikan untuk mendapatkan kecepatan motor dan kemudian diintegrasikan lagi untuk mendapatkan posisi ( $r$ ) (Nugroho, et al., 2012).

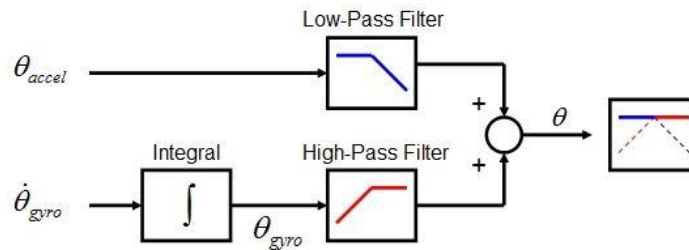


**Gambar 2.1 Perhitungan sensor IMU**

Sumber: (Nugroho, et al., 2012)

### 2.2.3 Complementary Filter

*Complementary Filter* adalah metode yang berfungsi untuk melakukan *filter* nilai sensor IMU agar nilai tersebut memiliki noise yang kecil sehingga datanya lebih akurat (Nugroho, et al., 2012). *Complementary filter* merupakan gabungan dari dua jenis *filter* yaitu *high pass filter* dan *low pass filter*. *Low pass filter* bekerja melakukan *filter* pada output *accelerometer* yang memiliki noise dalam mendeteksi sudut. Kemudian *high pass filter* bekerja melakukan *filter* pada output *gyroscope*. Nilai raw *gyroscope* yang dihasilkan pada dasarnya memiliki pergeseran terus menerus sehingga dengan menggunakan *high pass filter* dapat menghilangkan pergeseran nilai. Gabungan dari kedua filter tersebut dapat mengatasi kedua masalah pada keluaran *accelerometer* dan *gyroscope*. Berikut diagram blok dari metode *complementary filter*.



**Gambar 2.2 Diagram blok complementary filter**

Sumber: (Nugroho, et al., 2012)

*Low Pass Filter* merupakan jenis *filter* yang melewatkan frekuensi rendah. Sedangkan penggunaannya pada *accelerometer* berfungsi untuk melewatkan perubahan data dalam jangka waktu panjang sementara menyaring fluktuasi dalam jangka waktu pendek. *High pass filter* merupakan jenis filter yang memiliki cara kerja berkebalikan dengan *Low pass filter*. Filter ini melewatkan sinyal dengan durasi pendek (*Short duration*) yang mampu menghilangkan pergeseran nilai pada *gyroscope*. Dalam penggunaannya *complementary filter* menggunakan persamaan dibawah ini

$$angle = \left( (K) \times (angel + (gyro \times dt)) \right) + \left( (1 - K) \times (\theta_{acc}) \right) \quad (2.1)$$

Beikut keterangan dari rumus diatas, yang mana:

$K$  = Koefisien *filter*

$\theta_{gyro}$  = Sudut yang dihasilkan

$\theta_{acc}$  = *Output* data *gyro*

$dt$  = Waktu *sampling*

$\theta_{acc}$  = Keluaran sensor *accelerometer* berupa sudut

Pada dasarnya *complementary filter* bekerja dengan memanfaatkan sudut yang terintegrasi dari *gyroscope* dalam waktu singkat kemudian data yang disaring dari *accelerometer* digunakan untuk mengoreksi kemiringan sudut selama jangka waktu yang panjang.

#### 2.2.4 *Wearable Device*

*Wearable device* merupakan teknologi elektrik dalam bidang komputer terintegrasi pada sebuah benda dengan sifat dapat dikenakan atau hiasan yang nyaman digunakan di tubuh (Ihsanurrahim, et al., 2018). Teknologi *wearable device* sangat beragam dan sangat diminati oleh penggunaanya, *wearable device* dapat menyediakan fitur akusisi data dan pemindaian yang biasanya tidak dimiliki pada komputer maupun telepon genggam. Kemudahan yang disediakan fitur tersebut menjadi salah satu faktor perkembangan *wearable device*.

Secara umum *wearable device* memiliki beberapa macam kemampuan komunikasi dan memungkinkan penggunaanya untuk mengakses informasi secara *real-time*. Kemampuan untuk menerima *input* data juga merupakan salah satu fitur dari perangkat sejenis *wearable device* serta penyimpanan lokal. Contoh dari *wearable device* meliputi gelang pintar, jam tangan pintar, kacamata pintar dan juga sarung tangan pintar. Seperti pada Gambar 2.3 merupakan jam tangan pintar produk dari *Apple Incorporation*.



**Gambar 2.3 Apple watch**

Sumber: (Apple, 2018)

#### 2.2.5 *Quadcopter*

*Quadcopter* salah satu *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang berjenis *rotary wing*. *Quadcopter* merupakan *multicopter* UAV yang menggunakan empat buah rotor sebagai penggeraknya (Gaponov & Razinkova, 2012). *Quadcopter* memiliki

keunggulan *Vertical Take-Off and Landing* (VTOL) yaitu dapat terbang dan mendarat secara vertikal, sehingga tidak membutuhkan landasan pacu yang panjang untuk melakukan *take off* ataupun *landing*. Selain itu, dibanding dengan UAV yang bertipe *fixed wings quadcopter* memiliki kemampuan manuver yang lebih lincah ketika terbang.

*Quadcopter* banyak digunakan diberbagai bidang kehidupan, seperti dalam bidang jurnalisme digunakan untuk melakukan perekaman video dan foto dari udara, *Search and Rescue* (SAR) digunakan untuk mengamati kondisi dan melakukan pencarian korban di daerah yang terkena bencana, dalam bidang militer digunakan sebagai alat pengintai maupun alat untuk melakukan pengawasan terhadap daerah konflik, dalam bidang agrikultur, eksplorasi dan eksploitasi bahan-bahan mineral. Kemudian dalam bidang pendidikan *quadcopter* juga sering digunakan sebagai objek dalam melakukan penelitian, salah satunya mengenai pengendalian navigasi.

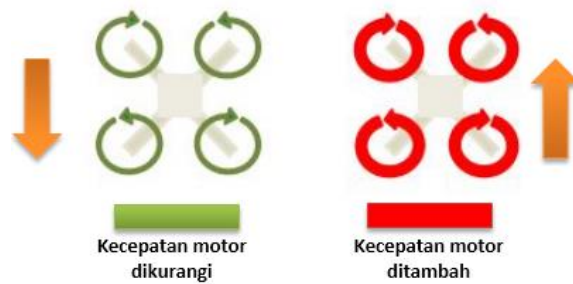


**Gambar 2.4 Quadcopter**

Sumber: (Gaponov & Razinkova, 2012)

Pergerakan *quadcopter* dipengaruhi oleh keempat rotor yang dimiliki. Keempat rotor tersebut memiliki kecepatan yang bersifat independen, artinya kecepatan antara satu rotor berbeda dengan rotor yang lain. Ketika melakukan pergerakan, *quadcopter* menggunakan variasi kecepatan pada keempat rotornya. Pada keempat rotor tersebut, dua rotor berputar searah jarum jam (*clockwise*) dan dua rotor lagi berputar melawan arah jarum jam (*counter clockwise*). Berikut pergerakan dasar dari *quadcopter*:

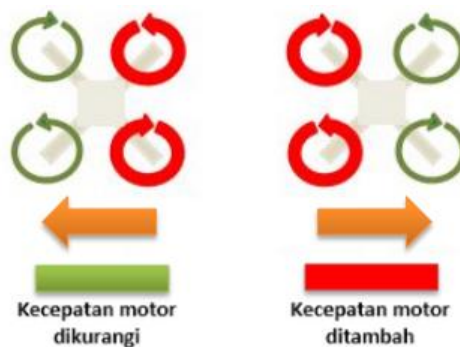
1. Gerak *uplift* dan *downlift* merupakan pergerakan yang memungkinkan *quadcopter* untuk melakukan gerakan manuver naik dan manuver turun. Untuk melakukan gerakan *uplift* kecepatan keempat rotor akan dinaikkan, sedangkan untuk *downlift* kecepatan keempat rotor akan diturunkan. Seperti pada gambar 2.4 apabila kecepatan keempat rotor dinaikkan, maka *quadcopter* bergerak naik, dan begitu juga sebaliknya.



**Gambar 2.5 Gerak *uplift* dan *downlift* quadcopter**

Sumber: (Nodes, 2015)

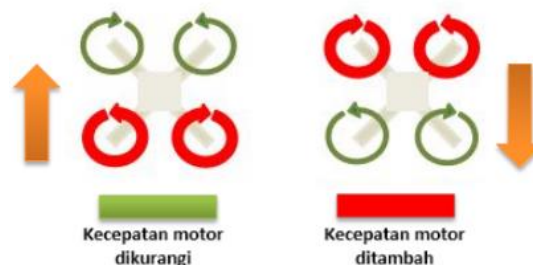
2. Gerak *roll* merupakan pergerakan yang memungkinkan *quadcopter* melakukan gerakan manuver ke sisi samping kiri maupun sisi samping kanan. Untuk melakukan gerak *roll* diperlukan perubahan kecepatan putaran antara pasangan rotor di sisi kiri atau kanan *quadcopter*. Seperti pada gambar 2.5 apabila kedua rotor pada sisi kanan kecepatannya dinaikkan, maka *quadcopter* bergerak ke sisi kiri, dan begitu juga sebaliknya.



**Gambar 2.6 Gerak *roll* quadcopter**

Sumber: (Nodes, 2015)

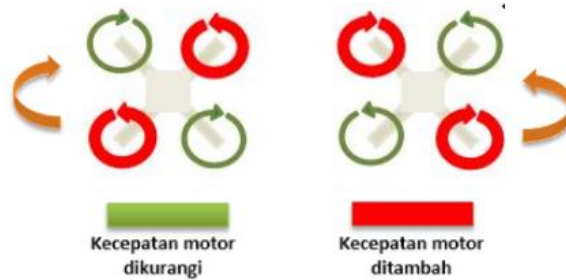
3. Gerak *pitch* merupakan pergerakan *quadcopter* maju (*forward*) maupun mundur (*backward*). Untuk melakukan gerak *pitch* diperlukan perubahan kecepatan antara pasangan rotor di sisi depan atau belakang *quadcopter*. Seperti pada gambar 2.6 apabila kecepatan rotor pada sisi belakang dinaikkan, maka *quadcopter* bergerak ke depan (*forward*), begitu juga sebaliknya.



**Gambar 2.7 Gerak *pitch* quadcopter**

Sumber: (Nodes, 2015)

4. Gerak *yaw* merupakan pergerakan yang memungkinkan *quadcopter* untuk melakukan gerakan maneuver berputar searah (*clockwise*) ataupun berlawanan dengan jarum jam (*counter clockwise*) *quadcopter*. Untuk melakukan gerak *yaw* diperlukan perubahan kecepatan antara pasangan rotor yang memiliki arah putar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Seperti pada gambar 2.7 apabila sepasang rotor yang berputar searah jarum jam dinaikkan kecepatannya, menyebabkan *quadcopter* bergerak berputar berlawanan dengan jarum jam, begitu juga sebaliknya.



**Gambar 2.8 Gerak *yaw* *quadcopter***  
(Nodes, 2015)